

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los moluscos tienen dentro de su ciclo de vida una etapa planctónica o flotando en la columna de agua antes de asentarse en el bentos. Sin embargo, relativamente pocas especies han tenido éxito en habitar el ambiente pelágico durante todo su ciclo de vida. Entre los moluscos pelágicos más conocidos tenemos a los cefalópodos, en particular los calamares.

El único grupo dentro del phylum mollusca que comprende especies holoplanctónicas es la Clase Gastropoda, pero ninguna lo suficientemente grande o poderosa (nadador activo) para ser adscrita al neuston, en cambio, forman parte de las comunidades planctónicas pasivas (nadadores pasivos).

De las aproximadamente 400,000 especies de gasterópodos marinos, sólo unas 240 son holoplanctónicas, esto es, que llevan a cabo todo su ciclo de vida en la columna de agua.

Los gasterópodos holoplanctónicos han sido divididos taxonómicamente en dos grupos; Heteropoda y Opisthobranchia. Los Heterópodos, presentan un cuerpo altamente especializado para la vida en mar abierto, su cuerpo es alargado, con una sola aleta ventral. Presentan una concha compuesta de aragonita; la coloración que abarca el cuerpo y la concha varía de crema muy clara a transparente, y una característica muy especial de este grupo es la presencia de ojos complejos.

Comprende tres grupos, los Atlantidos, los cuales presentan una concha delgada nautiloide, el segundo, los carinoideos con cola aplanada y una concha pequeña en la región visceral y por último los pterotráquidos, sin concha alguna. Dentro de los opisthobranchios se encuentran tres grandes grupos, los Thecosomados (Pteropodos), los Gymnosomata y Nudibranchia.

Los Pterópodos (Thecosomados), la característica principal de este grupo radica en que el cuerpo que se encuentra dentro de una delgada y fina concha la cual puede ser típica de gasterópodo o en forma de espátula y además esta presenta un desarrollo de la concha en sentido opuesto (dextrogiro). Los pterópodos comprenden dos grupos los Euthecosomata que presentan concha y los Pseudothecosomata que en este grupo la concha ya se transforma en una pseudo-concha (vestigial). Ambos presentan una extensión del pie la cual da lugar a aletas que incrementan la superficie de contacto. Son nadadores activos, presentan una red de mucus con la cual atrapan a su presa (Pseudothecosomata), que constituye principalmente de diatomeas, dinoflagelados y otras partículas en suspensión.

Los Gymnostómidos (pterópodos sin concha), su cuerpo es pequeño con un par de aletas en la parte dorsal. No presentan ningún tipo de concha. La cabeza se distingue del cuerpo en donde presenta dos pares de antenas, una estructura bucal en donde se encuentra la rádula, ganchos y tentáculos para sostener a su presa. Se alimentan principalmente de pterópodos y ctenóforos.

Entre los nudibranchios encontramos dos tipos, los que pertenecen a la familia Phylliroidea, quienes presentan un cuerpo alargado, aplanado lateralmente, son transparentes, el pie termina en una bifurcación dando la apariencia de cola, y los que pertenecen a la familia Galucidae, presentan un cuerpo aplanado, presenta lóbulos en ambos lados del cuerpo que forman de dos a tres agrupaciones de papilas largas, dando la apariencia de alas. A diferencia de los anteriores grupos los miembros de la familia Glaucidae viven en la superficie del agua en la comunidad neustónica.

En cuanto a su distribución batimétrica se sabe que se pueden encontrar desde la superficie, hasta profundidades mayores a 1000 m, registrando sus mayores densidades entre los 100 y 200 m.

Estos moluscos son importantes desde varios puntos de vista, en el Atlántico Norte, varias especies de pterópodos de concha, son importantes por caracterizar masas de agua de diferentes temperaturas.

#### ANTECEDENTES

El descubrimiento y descripción taxonomica de este grupo de moluscos holoplanctónicos se remonta hasta principios del siglo XIX, principalmente en el Océano Atlántico.

Posteriormente se han publicado relativamente pocos trabajos en este grupo, entre los cuales tenemos a Meisenheimer (1905 en McGowan, 1968) que en su revisión mundial sobre la distribución de thecostomos y gymnostomos, sólo menciona 5 localidades de la costa de California. Pero estos registros se realizaron con muestreos ocasionales no sistemáticos. A partir de la conformación del programa CalCOFI que se dió un interés en la distribución y abundancia de lo moluscos holoplanctónicos.

El primer trabajo resultante del programa fue le de McGowan (1967) quien presenta un atlas que comprende las especies de moluscos registradas en la corriente de California , posteriormente en 1968, publica la primera clave de identificación Tecostómidos y Gymnostómidos de la corriente de California, describiendo una taxocenosis de 24 especies para la región de California.

No fue sino hasta casi 20 años después que, se retomó el interés en este grupo, Sánchez-Hidalgo (1989 y 1992) realiza los primeros y únicos estudios en la costa occidental de Baja California Sur, en particular en la zona de Bahía Magdalena en donde registra un total de 16 especies para la zona. Dentro del golfo de California, tiene conocimiento de un estudio formal para este grupo de moluscos, Seapy & Skoglund (2001), registran los primeros Heterópodos para el Golfo de California, en particular para el grupo de los Atlantidos, en donde obtienen un total de 10 especies provenientes de muestras de sedimento, a excepción de el anterior sólo se conocen registros fortuitos dentro del mismo, como el realizado por Angulo (2003) quien proporciona dos nuevos registros para el Golfo de California. Obteniéndose un total de 12 especies registradas para el Golfo de California.

De acuerdo con lo anterior el presente trabajo se plantea siguiente hipótesis:

La comunidad de moluscos holoplanctónicos del Golfo de California va a presentar divisiones principalmente en el sentido latitudinal, lo cual daría a tres regiones principales, una región norte caracterizada por la dominancia de especies templadas;, una región sureña donde dominarán especies tropicales; y una región central o de transición.

#### JUSTIFICACIÓN:

A pesar, de que dentro del Golfo de California existe un gran esfuerzo académico y científico enfocado al conocimiento del mismo, ya sean aspectos biológicos, químicos y físicos. No se tiene conocimiento de las especies de moluscos holoplanctónicos dentro del Golfo de California, sin mencionar su distribución, relaciones tróficas, etc

Los moluscos holoplanctónicos representan un componente importante de la comunidad del plancton marino, ya que además de ser depredadores activos sirven de alimento a diversos organismos en diferentes niveles de la trama trófica. A pesar de ser en apariencia buenos indicadores de masas de agua, a nivel mundial existe poca información sobre la distribución de este grupo, y particularmente, dentro del Golfo de California se desconocen todos los aspectos relacionados a la composición, distribución y abundancia de estas especies, por lo que su estudio sería de gran importancia para incrementar el conocimiento de la biodiversidad de esta zona, dar respuesta a problemas biogeográficos, evaluar la importancia del grupo en el funcionamiento del ecosistema (que tan abundantes son?, como se distribuyen?, etc).

## OBJETIVOS:

### General:

- Conocer la taxocenosis de los moluscos holoplanctónicos en el Golfo de California.

### Particulares

- Caracterizar las comunidades de moluscos holoplanctónicos encontradas en el Golfo de California durante el periodo 2005-2006 en función de la composición de parámetros comunitarios (composición de especies, diversidad, equitatividad, dominancia y distribución).
- Caracterización en espacio y tiempo de asociaciones entre especies de moluscos holoplanctónicos
- Analizar la relación entre la dinámica espacio-temporal de las asociaciones y los cambios en la temperatura superficial del mar.

## METODOS

Los cruceros (CGC0305, 0505, 0905 y 0306) fueron realizados desde la Boca del Golfo de California, hasta la parte media desde Bahía Concepción hasta Bahía Guaymas (Sonora), área en donde se ubicaron un total de 53 estaciones de muestreo en donde se realizaron mediciones de temperatura (°C). Así mismo para el crucero CAPE-GOLCA 0511 que abarcó desde el Puerto de Mazatlán hasta la región norte de las Grandes Islas, área en donde se ubicaron un total de 43 estaciones de muestreo (Fig. 2b) en donde se realizaron mediciones de temperatura (°C) con CTD Sea Bird (25 estaciones).

Se realizaron un total de 205 arrastres oblicuos de zooplancton con redes tipo Bongo de 505  $\mu\text{m}$  utilizando el método propuesto por Smith y Richardson (1979). Todas las redes se equiparon con flujómetros digitales para estimar el volumen de agua filtrado y estimar la abundancia en individuos en  $1000\text{m}^3$  (ind/ $1000\text{m}^3$ ).

Una vez en la cubierta, la muestra de la red red 505  $\mu\text{m}$  se preservó en alcohol al 96%, en tierra se hizo un recambio de alcohol para preservar la muestra. De cada una de las muestras se obtuvo una estimación de la concentración de Biomasa Zooplanctónica (BZ) utilizando el método de volumen de agua desplazado (Beers, 1976).

## RESULTADOS

Se presentan resultados preliminares de las variables ambientales y arrastres de zooplancton de los cruceros Oceanográficos CGC0305 (23 de Enero al 11 de Febrero del 2005), CGC0505 (15-25 Mayo) y CGC0905 (8 – 18 de Septiembre del 2005), CGC0306 (2 al 13 de Marzo del 2006) y CAPE-GOLCA 0511 a bordo del B/O “El Puma” (18 de Noviembre al 5 de Diciembre del 2005) en el Golfo de California.

Se han analizado las muestras obtenidas de los 205 arrastres, en donde se han obtenido un total de 31,583 organismos, agrupados en 57 especies, 26 géneros, 12 familias, 5 subórdenes y 3 órdenes. (Tabla 1)

Tabla I. Clasificación taxonómica de acuerdo a Van der Spoel (199) y Presencia de especies por crucero realizado.

	CGC 0305	CGC 0505	CGC 0905	CGC 0306	COL 0511
Suborden HETEROPODA Lamarck, 1801					
Superfamilia CARINOIDEA Blainville, 1818					
Familia ATLANTIDAE					
<i>Atlanta</i> Lesuer, 1817					
<i>Atlanta echinogyra</i> Richter, 1972		X	X	X	X
<i>Atlanta gauchaudi</i> Souleyet, 1852		X	X	X	
<i>Atlanta helicoides</i> Souleyet, 1852		X	X	X	
<i>Atlanta inclinata</i> Souleyet, 1852		X	X	X	
<i>Atlanta inflata</i> Souleyet, 1852		X	X	X	
<i>Atlanta lesueri</i> Souleyet, 1852	X	X	X	X	X
<i>Atlanta peroni</i> Lesuer, 1817		X	X	X	X
<i>Atlanta plana</i> Richter, 1972		X	X	X	X
<i>Atlanta turriculata</i> d'Orbigny, 1863	X	X			X
<i>Atlantla californiensis</i> Seapy, 2000		X	X	X	X
<i>Atlanta oligogyra</i> Tesch, 1906		X	X	X	X
<i>Atlanta</i> sp.				X	
<i>Oxygyus</i>					
<i>Oxygyrus kerauderi</i> (Lesuer, 1817)				X	

Tabla I.continuación....	0305	0505	0905	0306	0511
Familia CARINARIIDAE					
<i>Carinaria</i> Lamarck, 1801					
<i>Carinaria japonica</i> Okutani, 1955	X	X			
<i>Carinaria lamarcki</i> Peron & Lesuer, 1810		X			
<i>Cardiapoda</i> d'Orbigny 1835					
<i>Cardiapoda placenta</i> (Lesson, 1830)	X	X		X	X
<i>Cardiapoda richardi</i> Vayssière, 1904	X	X		X	X
Familia PTEROTRACEHIDAE					
<i>Pterotrachea</i> Forskal, 1775					
<i>Pterotrachea coronata</i> Niebuhr, 1775	X	X	X	X	
<i>Pterotrachea hippocampus</i> (Forskal, 1775)					X
<i>Firoloida</i> Lesuer, 1817					
<i>Firoloida desmarestia</i> Lesuer, 1817	X	X	X	X	X
Subclase OPISTHOBRANCHIA					
Orden THECOSOMATA					
Suborden EUTHECOSOMATA					
Familia CAVOLINIIDAE					
Subfamilia CAVOLINIINAE					
<i>Cavolinia</i> Abildgaard, 1791					
<i>Clavolinia inflexa</i> (Lesuer, 1813)	X	X		X	X
<i>Clavolinia tridentata tridentata</i> (Niebuhr, 1775)	X				
<i>Cavolinia uncinata</i> (Rang, 1829)	X				
<i>Diacavolinia</i> van der Spoel, 1987					
<i>Diacavolinia longirostris</i> (Blainville, 1851)	X	X	X	X	X
<i>Diacria</i> J. E. Gray, 1847					
<i>Diacria quadridentata quadridentata</i> (Blainville, 1821)		X	X	X	X
Subfamilia CLIOINAE					
<i>Clio</i> Linnaeus, 1767					
<i>Clio pyramidata</i> var. <i>lanceolata</i> Linnaeus, 1767	X	X	X		X
<i>Creseis</i> Rang, 1828					
<i>Creseis acicala</i> var. <i>clava</i> (Rang, 1828)					X
<i>Creseis acicala</i> var. <i>acicula</i> (Rang, 1828)	X	X	X	X	X
<i>Creseis virgula</i> var. <i>conica</i> (Rang, 1828)	X	X	X	X	X
<i>Creseis virgula</i> var. <i>virgula</i> (Rang, 1828)	X	X	X	X	X
<i>Creseis virgula</i> var. <i>constricta</i> (Rang, 1828)				X	
<i>Creseis chierchiae</i> (Boas, 1886)				X	
<i>Hyalocylis</i> Fol, 1875					
<i>Hyalocylis striata</i> (Rang, 1828)	X	X	X	X	X
Familia LIMACINIDAE					
<i>Limacina</i> Bosch, 1817					
<i>Limacina helicina</i> (d'Orbigny, 1836)	X	X			
<i>Limacina inflata</i> (d'Orbigny, 1836)		X			
<i>Limacina trochiformis</i> (d'Orbigny, 1836)	X	X	X	X	X
Suborden PSEUDOTHECOSOMATA					
Familia PERACLIDIDAE Tesch, 1913					
<i>Peracelis</i> Forbes, 1814					
<i>Peracelis apicifulva</i> Meinsenheimer, 1906	X	X	X		X

Tabla I.continuación....	0305	0505	0905	0306	0511
Familia DESMOPTERIDAE Chun, 1889					
<i>Desmopterus</i> Chun, 1889					
<i>Desmopterus pacificus</i> Essenberg, 1919	X	X	X	X	X
<i>Desmopterus papillo</i> Chun, 1889	X	X	X	X	X
Orden GYMNOSOMATA Blainville, 1834					
Familia PNEUMODERMATIDAE Latreille, 1825					
<i>Pneumoderma</i> Cuvier, 1805					
<i>Pneumoderma atlanticum</i> var. <i>pacificum</i> (Oken, 1815)	X	X	X	X	X
<i>Pneumoderma atlanticum</i> var. <i>atlanticum</i> (Oken, 1815)					X
<i>Pneumodermopsis</i> Cuvier, 1805					
<i>Pneumodermopsis machrorica</i> Meisenheimer, 1905	X	X			
<i>Pneumodermopsis ciliata</i> (Gengerbaur, 1885)	X	X			
<i>Pneumodermopsis</i> cf <i>caenophora</i> Pruvot-Fol, 1924	X				
<i>Pneumodermopsis</i> sp.					X
Gymnostomido sp.1					
Familia NOTOBRANCHAEIDAE Pelseer, 1886					
<i>Thliptodon</i> Boas, 1886					
<i>Thliptodon diaphanus</i> Boas, 1886			X		
<i>Spongiobranchea</i> d`Orbigny 1863					
<i>Spongiobranchea</i> cf. <i>australis</i> d`Orbigny 1863					X
Familia CLIOPSIDAE Costa A., 1873					
<i>Cliopsis</i> Troschel, 1854					
<i>Cliopsis krohni</i> Troschel, 1854	X			X	X
<i>Clione</i> (Phillips, 1774)					
<i>Clione limacina</i> var. <i>limacina</i> (Phillips, 1774)	X	X	X	X	X
<i>Clione limacina</i> var. <i>minuta</i> (Phillips, 1774)				X	
<i>Clione</i> sp.					X
Orden NUDIBRANCHIA					
Suborden DENDRONOTINA Odhner, 1934					
Familia PHYLLIROIDAE					
<i>Phylliore</i> Pèron & Lesuer, 1810					
<i>Phylliore bucephala</i> Pèron & Lesuer, 1810		X			X
<i>Cephalopyge</i> Hanel, 1905					X
<i>Cephalopyge trematoides</i> (Chun, 1889)		X			
<i>Corolla</i> Dall, 1871					
<i>Corolla spectabilis</i> Dall, 1871					X
<i>Corolla</i> sp.					X
<i>Gleba</i> Dall, 1871					
<i>Gleba cordata</i> (Niebuhr, 1775)				X	
Suborden AEOLIDIINA					
Familia GLAUCIDAE					
<i>Glaucus</i> Foster, 1777					
<i>Glaucus atlanticus</i> Foster, 1777			X	X	

De las 57 especies encontradas, tenemos que 39 especies corresponden a nuevos registros para el Golfo de California, los Heterópodos con 12 especies, Pteropoda con 15 especies, Gymnostomida con 12 especies (Tabla II), que corresponden al 62%.

Tabla II. Nuevos registros de Moluscos holoplanctónicos para el Golfo de California

Heteropoda	Pteropoda	Gymnostomida
<i>Atlanta helicoides</i>	<i>Clavolinia inflexa</i>	<i>Pneumoderma atlanticum</i> var. <i>pacificum</i>
<i>Atlantla californiensis</i>	<i>Cavolinia uncinata</i>	<i>Pneumoderma atlanticum</i> var. <i>atlanticum</i>
<i>Atlanta oligogyra</i>	<i>Diacavolinia longirostris</i>	<i>Pneumodermophis machrorica</i>
<i>Atlanta sp.</i>	<i>Creseis acicala</i> var. <i>clava</i>	<i>Pneumodermophis ciliata</i>
<i>Oxygyrus kerauderi</i>	<i>Creseis acicala</i> var. <i>acicula</i>	<i>Pneumodermophis</i> cf <i>caenophora</i>
<i>Carinaria japonica</i>	<i>Creseis virgula</i> var. <i>conica</i>	<i>Thliptodon diaphanus</i>
<i>Carinaria lamarcki</i>	<i>Creseis virgula</i> var. <i>virgula</i>	<i>Spongiobranchea</i> cf. <i>australis</i>
<i>Cardiapoda placenta</i>	<i>Creseis virgula</i> var. <i>constricta</i>	<i>Cliopsis krohni</i>
<i>Cardiapoda richardi</i>	<i>Creseis chiarchiae</i>	<i>Clione limacina</i> var. <i>limacina</i>
<i>Pterotrachea coronata</i>	<i>Limacina helicina</i>	<i>Clione limacina</i> var. <i>minuta</i>
<i>Pterotrachea hippocampus</i>	<i>Limacina inflata</i>	<i>Corolla spectabilis</i>
<i>Firoloida desmarestia</i>	<i>Limacina trochiformis</i>	<i>Gleba cordata</i>
	<i>Peraclis apicifulva</i>	
	<i>Desmopterus pacificus</i>	
	<i>Desmopterus papillo</i>	

De los 39 registros se tiene que 6 son nuevos registros para el Pacífico Americano (Tabla III).

Tabla. III. Nuevos registros de Moluscos Holoplanctónicos para el Pacífico Americano.

<i>Diacavolinia longirostris</i>	<i>Pneumodermophis</i> cf <i>caenophora</i>
<i>Creseis virgula</i> var. <i>constricta</i>	<i>Gleba cordata</i>
<i>Limacina helicina</i>	
<i>Desmopterus papillo</i>	

Integrando la abundancia total de los cuatro cruceros (CGC) se muestra la diferencia entre los grupos Heteropoda y Pteropoda es pequeña ( $< 5\%$ ), siendo estos los mas abundantes, mientras que para los Gymnostomidos su número es muy pequeño. La diferencia de las abundancia relativas, se mantiene casi constante durante los cruceros (0505, 0905 y 0306), en donde los Pteropodos presentan la mayor abundancia ( $> 50\%$ ), pero en el primer crucero (0305) esta tendencia se revirtio teniendo a los Heteropodos con mayor abundancia (70%)

A partir de los datos obtenidos de temperatura superficial, número de organismos estandarizados (org./1000m<sup>3</sup>), número de especies y abundancia por grupo (Heterópodos, Pterópodos y Gymnostómidos) se obtuvieron los siguientes mapas para los cruceros CGC0305, 0505, 0905 y 0306.

En donde a partir de la temperatura se observa una variación de temperatura del orden de 14°C, (17.8°C a 31.8°C), obteniéndose las menores temperaturas durante el crucero CGC0306, y las mayores en el crucero CGC0905, presentandose a lo largo de la costa continental del Golfo de California. En cuanto al número de especies por crucero encontramos que en el crucero CGC0905 se obtuvieron menos especies ( $< 12$ ), mientras que el crucero CGC0306 presento la mayor diversidad especifica, en cuanto al número de especies se refiere ( $> 20$ )..

A partir de los datos estandarizados (ind/1000m<sup>3</sup>), se realizaron los mapas de distribución para cada uno de los grupos (Heteropoda, Pteropoda y Gymnostomida), para los cruceros realizados (CGC). En donde encontramos que los Gymnostomidos presentaron una distribución heterogenea en tres de los 4 cruceros, mientras que los heteropodos y pteropodos presentaron una distribución relativamente, más homogénea a lo largo del área de estudio. Los Pterópodos tuvieron densidades  $> 20,000$  ind/1000m<sup>3</sup>, principalmente en la zona frontal, mientras que los Gymnostomidos presentaron menores densidades  $< 1000$  ind/1000m<sup>3</sup>, cerca de ambas costas.

A partir de los datos obtenidos de temperatura superficial, número de organismos estandarizados (ind./1000m<sup>3</sup>), número de especies y abundancia por grupo (Heterópodos, Pterópodos y Gymnostómidos) se obtuvieron los siguientes mapas para el crucero CAPE-GOLCA0511.

Se observa que la distribución del número total de organismos presenta una relación con los niveles más altos de temperatura, los cuales muestran que la costa occidental del Golfo de California es relativamente más cálida.. La distribución de los organismos por grupos indican que los Heterópodos, los cuales presentaron sus mayores densidades en los extremos, Boca del Golfo y en las Grandes Islas, en contraste para los grupos Pteropoda y Gymnostomata, las mayores densidades se encontraron en la región de la boca de Bahía Concepción, teniendo en cuenta que los Pterópodos presentaron las mayores densidades (15000 ind./1000m<sup>3</sup>), en comparación con los Gymnostómidos con las menores (240 ind/1000m<sup>3</sup>)



En cuanto a la bioregionalización durante la época de transición (Nov 2005) a partir de los moluscos holoplanctónicos dentro del Golfo de California tenemos que con lo que respecta al crucero GOLC0511, se obtiene que al utilizar el método de agrupamiento de Bray-Curtis, la conformación de 2 grupos, que al contrastarlo con las estaciones, se observa la formación de 2 regiones, una sureña (calida) que abarca desde Bahía concepción a la boca del golfo, una norteña (fría) de Bahía Concepción a las grandes islas.